

Perspektiven einer Wasserstoff-Energiewirtschaft

Vortragsreihe Naturwissenschaften
Seniorenstudium der LMU
München, 8. Januar 2007

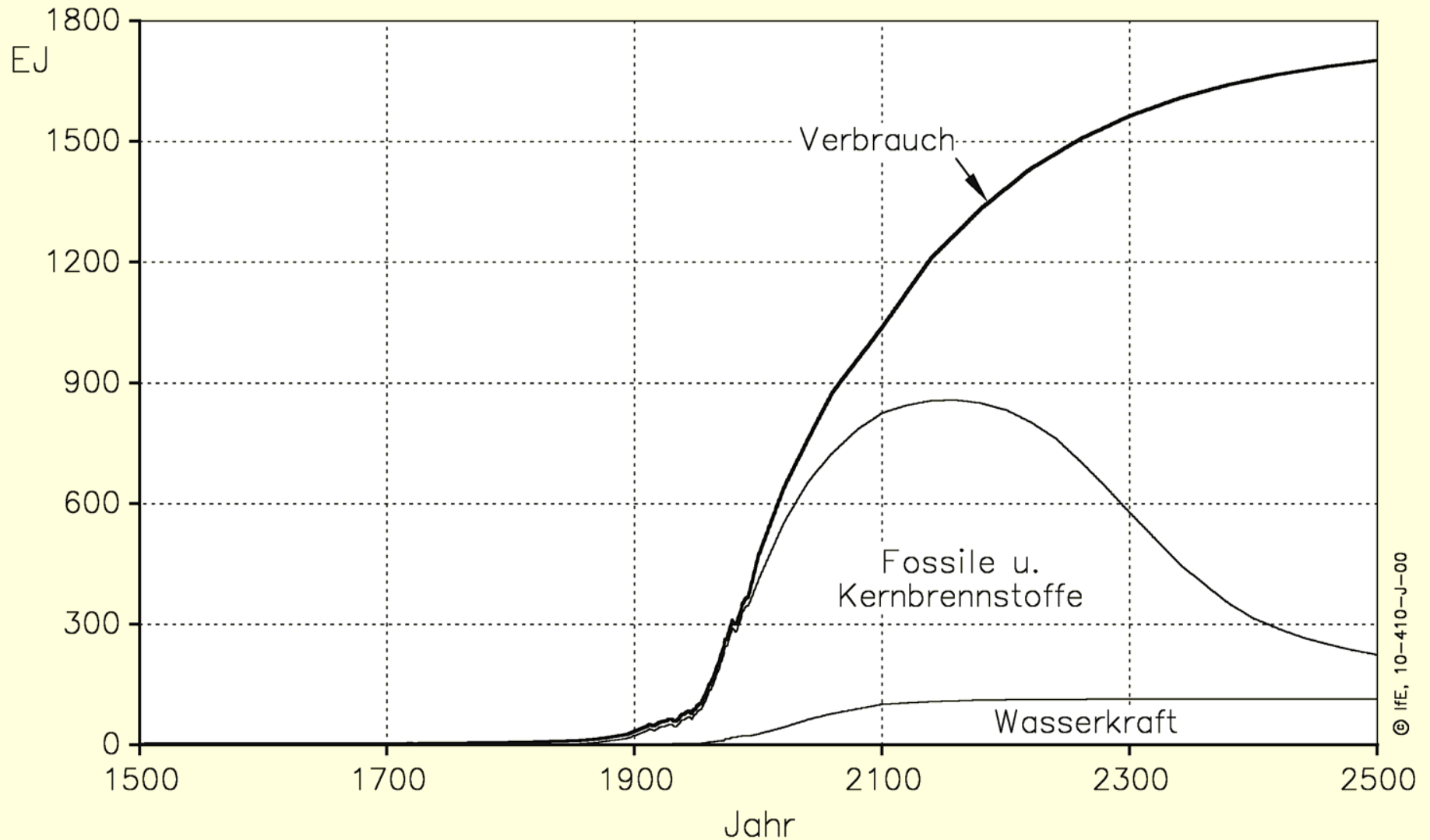
Prof. Dr.-Ing. U. Wagner
Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik
Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V., München



Inhalt

- **Wasserstoff-Bereitstellung**
- **Energiewirtschaftliche Bewertung**
- **Brennstoffzellen-Technologie**
- **Brennstoffzellen-Anwendung**
- **Fazit und Ausblick**

Energie weltweit – möglicher Bedarf und seine Deckung



Wasserstoff-Bereitstellung

Erzeugung

- Restwasserstoff
- Dampfreformierung
- Kvaerner-Prozess
- Elektrolyse
- Biomassevergasung etc.



Logistik

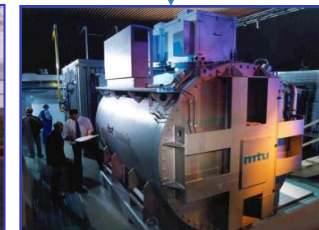
flüssiger oder gasf. H₂

- Speicherung
- Transport
- Verteilung

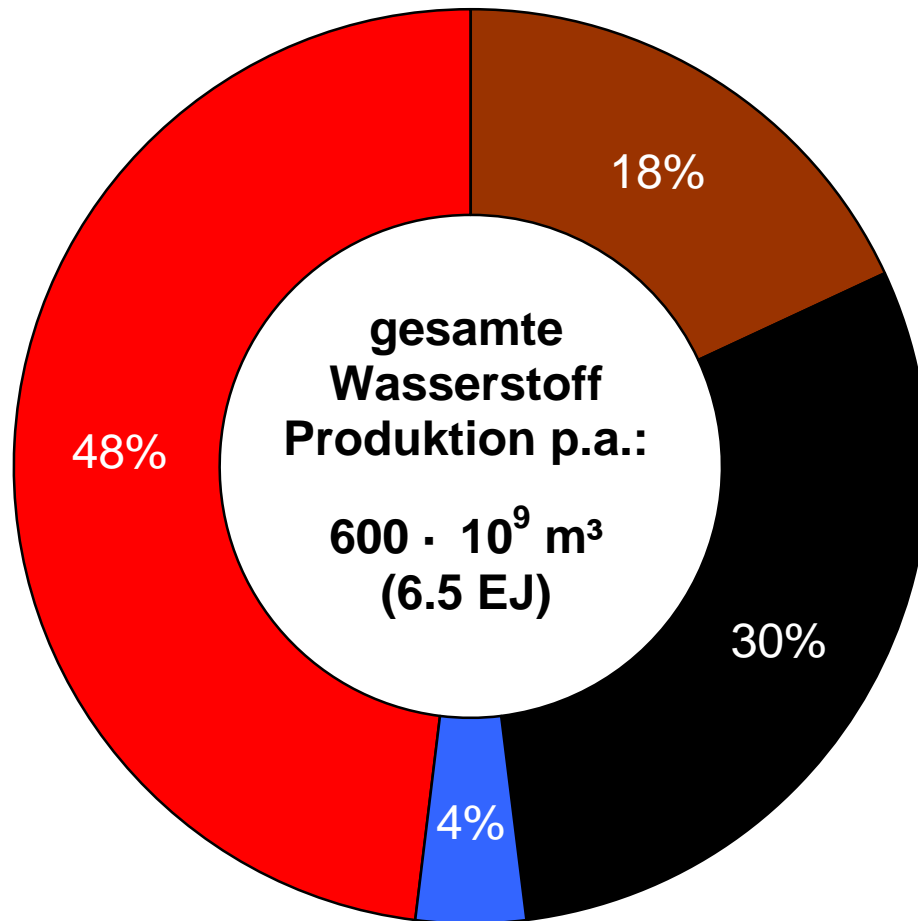


Anwendung

- mobil
- stationär
- portabel



Heutige Wasserstoff-Erzeugung



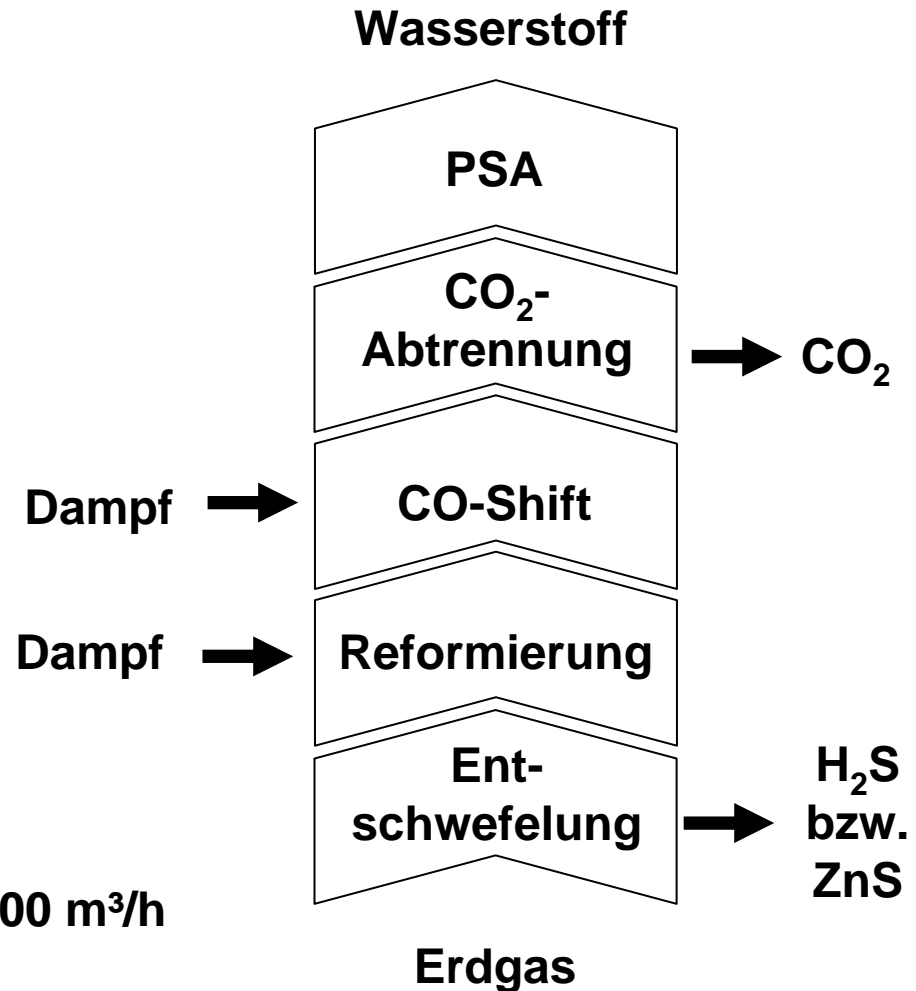
- Erdgas-Dampfreformierung
- Kohlevergasung
- Partielle Oxidation von Erdöl
- Wasserelektrolyse

Erdgas-Dampf-Reformierung



Produktionskapazität: bis zu 100.000 m³/h

Wirkungsgrad: ca. 70 - 78 %



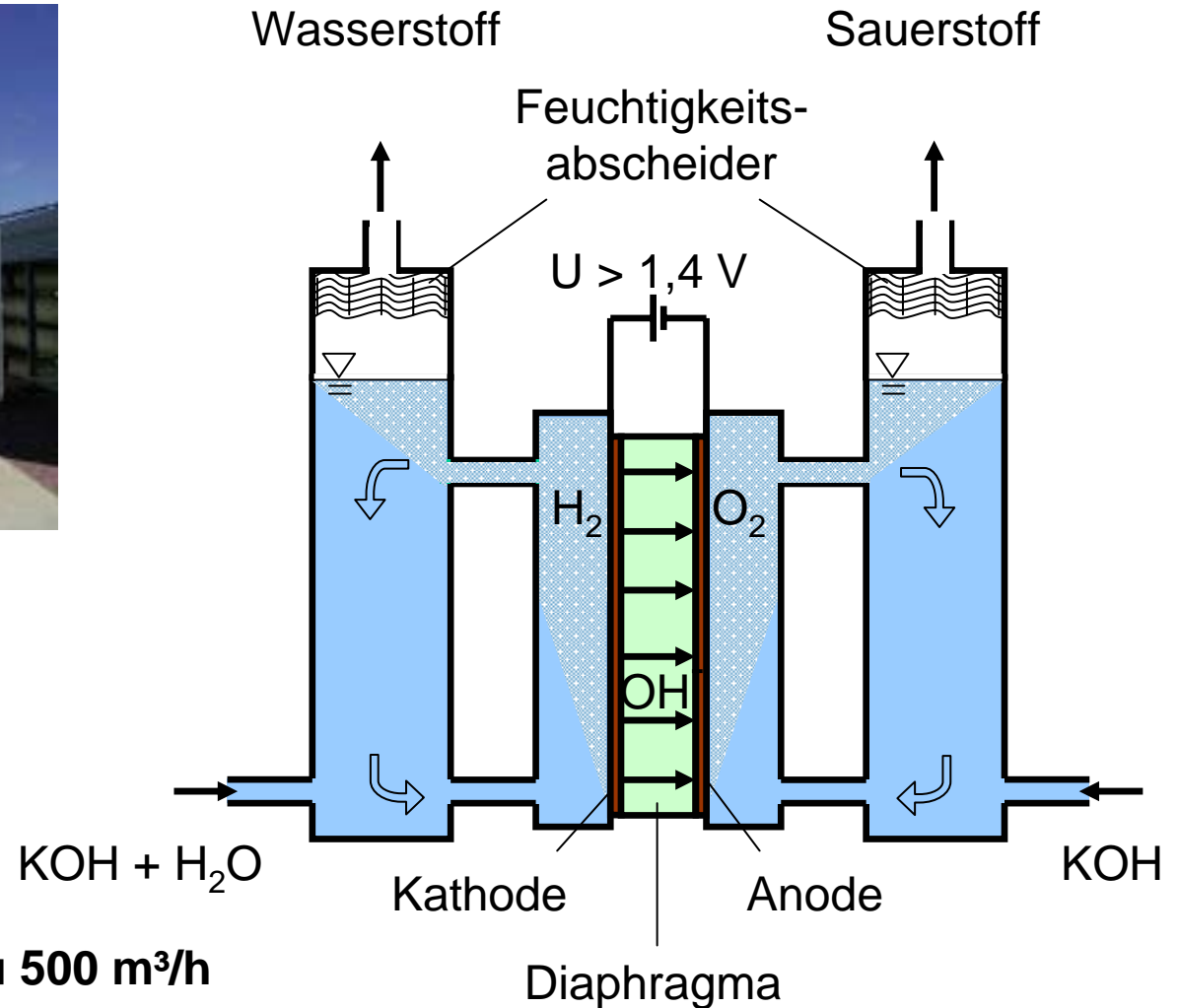
Wasser-Elektrolyseur



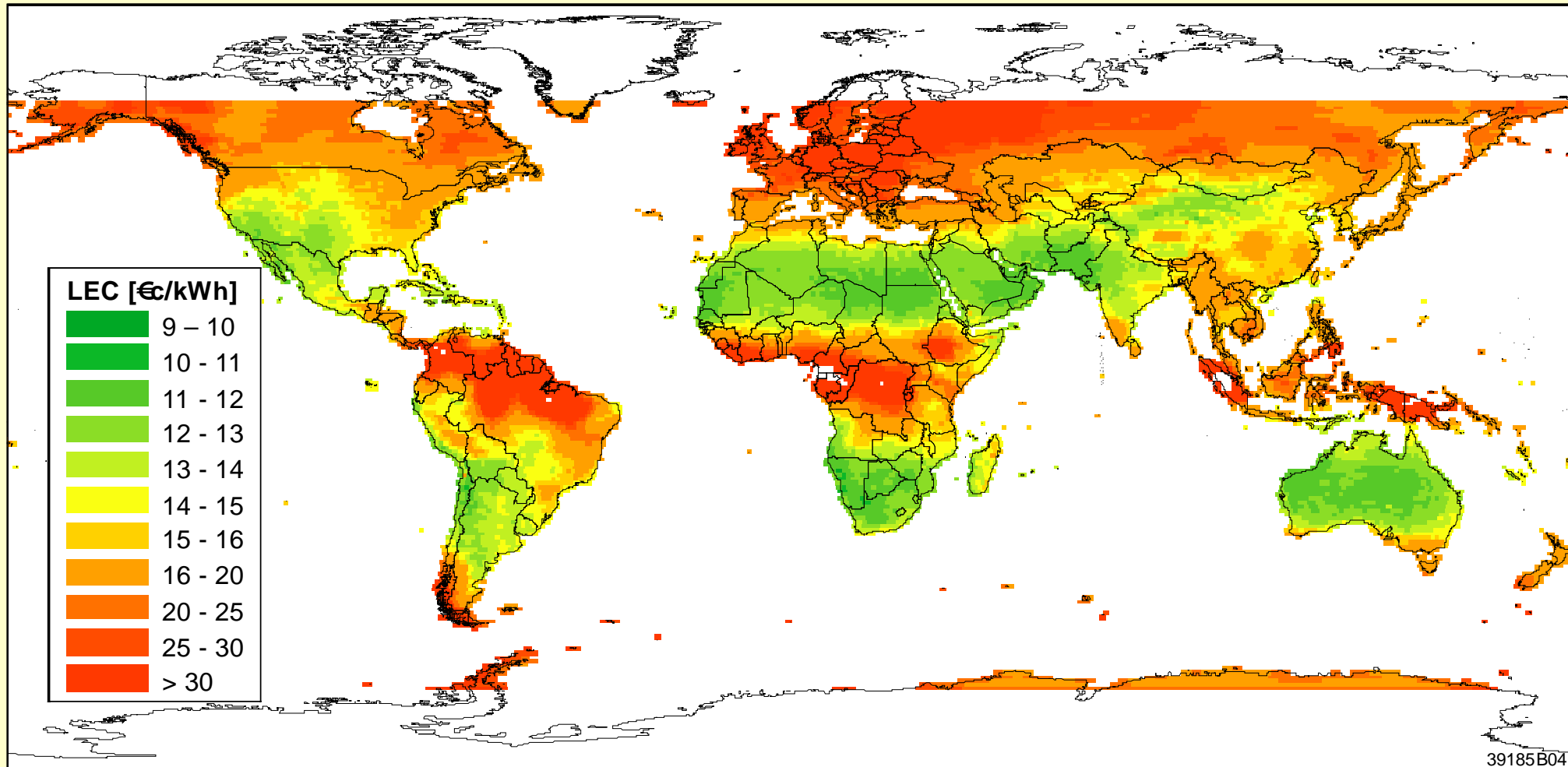
**450 kW Druckelektrolyseur
Flughafen München**

Produktionskapazität: bis zu 500 m³/h

Wirkungsgrad: ca. > 70 %



Stromgestehungskosten von Solarkraftwerken im globalen Vergleich



Simulationsergebnisse auf Basis 100 MW Parabolrinnenkraftwerk

Sea Transport of Liquefied Hydrogen



**Carrier for 1,000 t
of LH₂**

**Thyssen Nordsee Werke
GmbH**

**Carrier for 8,000 t
of LH₂**

**Howaldtswerke –
Deutsche Werft AG**



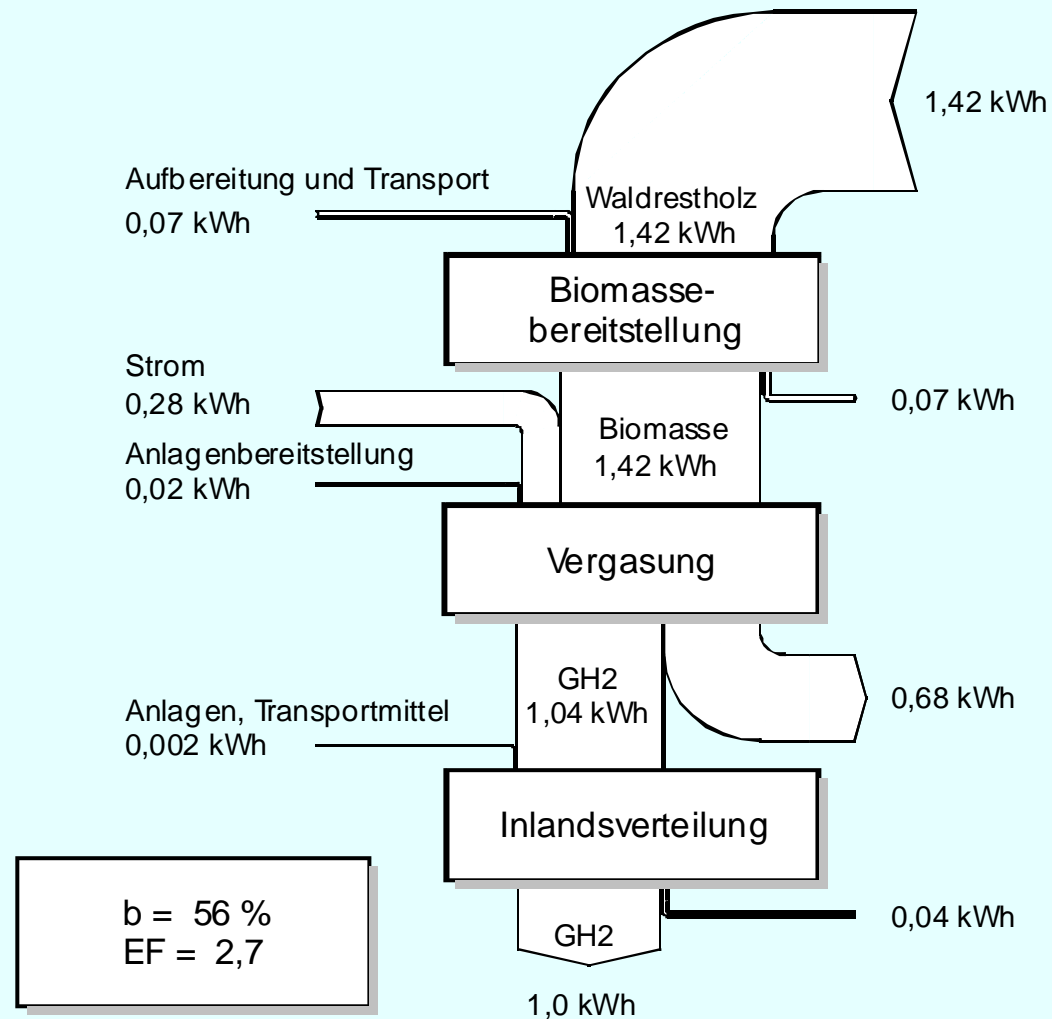
Hydrogen Distribution to the Consumer

Munich Airport Hydrogen Project: First Public Hydrogen Fuel Station

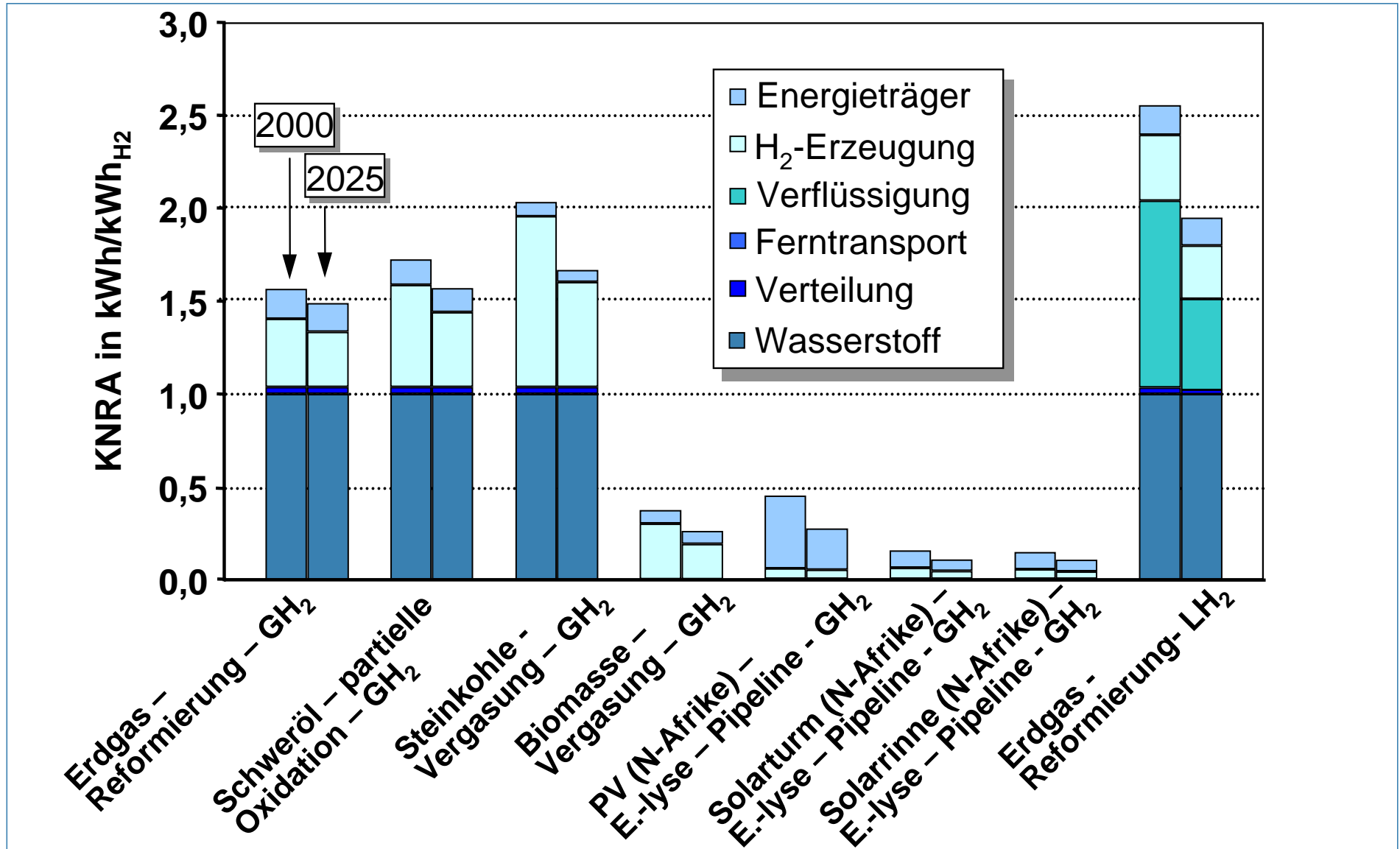


Energiewirtschaftliche Bewertung der Wasserstoff- Bereitstellung

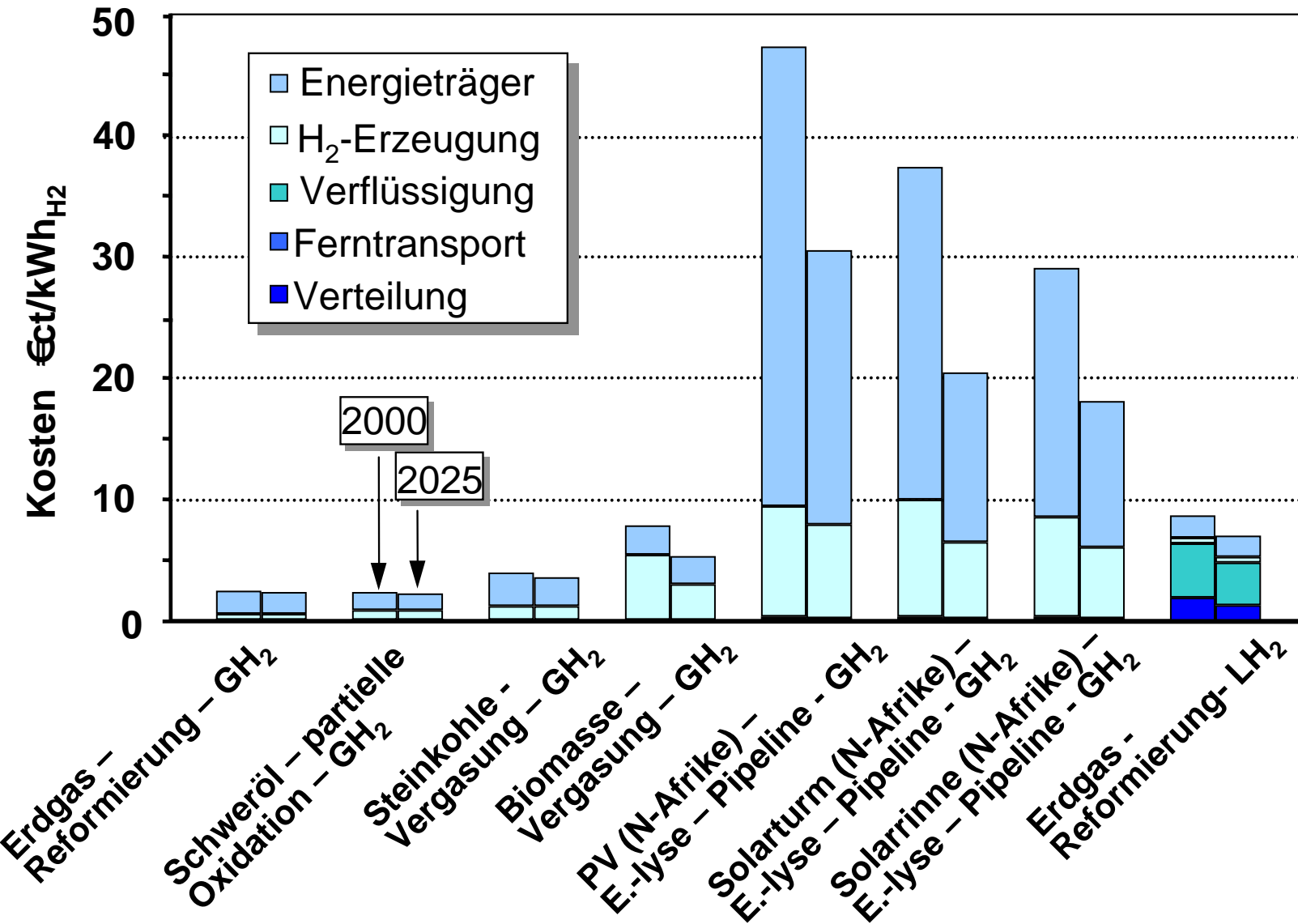
GH₂-Bereitstellung für stationäre Anwendungen durch Vergasung von Biomasse aus Waldrestholz



Kumulierter nichtregenerativer Energieaufwand zur Bereitstellung von H₂ für stationäre Anwendungen

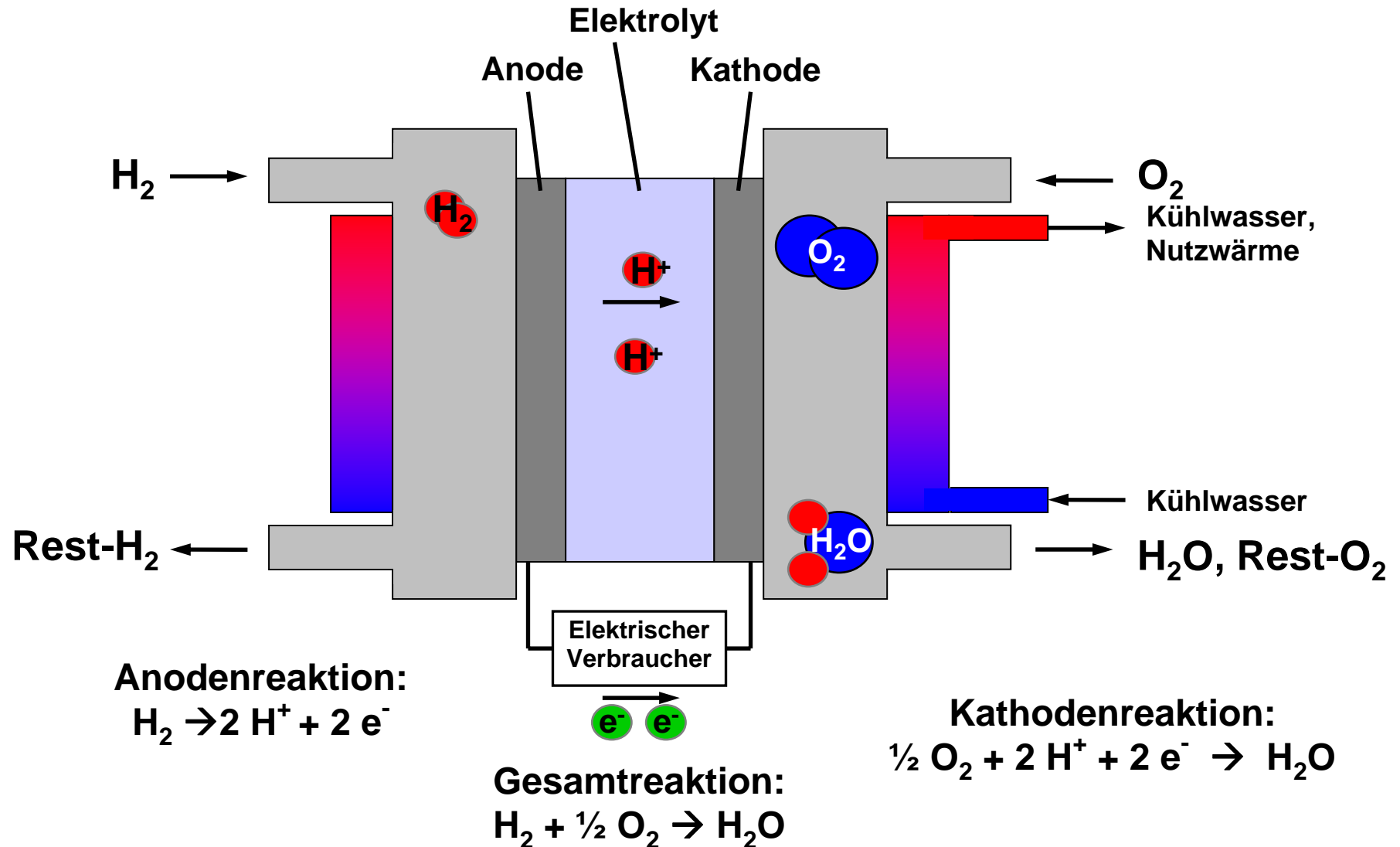


Kosten der Bereitstellung von H₂ für stationäre Anwendungen



Brennstoffzellen-Technologie

Funktionsweise einer Brennstoffzelle



PEMFC - Proton Exchange Membrane Fuel Cell



| | |
|--|---|
| Elektrischer Wirkungsgrad: (System) | 40 - 55 % im H₂-Luft Betrieb |
| Betriebstemperatur: | 80°C |
| Mobile Anwendung: | PKW, Busse |
| Stationäre Anwendung: | BHKW: 50 - 250 kW_{el} Hausenergieversorgung: 1 - 10 kW_{el} |
| Portable Anwendung: | Stromversorgung für Mobiltelefone, Laptops |
| Entwicklungsstand: | F&E, Demonstration |
| Markteintritt: | ab 2010 |



MCFC - Molten Carbonate Fuel Cell



Elektrischer Wirkungsgrad: 55-60 %
(System) Brennstoff Erdgas

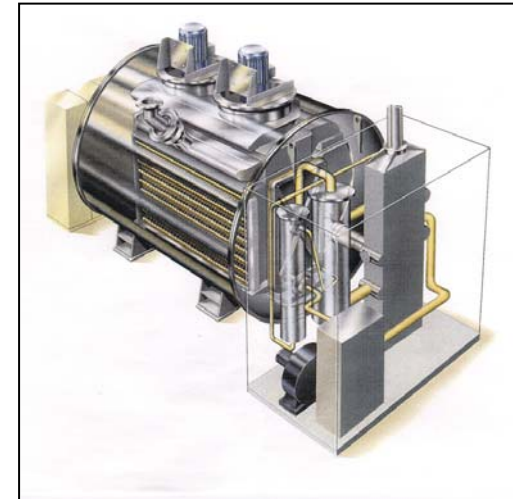
Betriebstemperatur: 650°C

Stationäre Anwendung: KWK: 300 kW_{el} - 3 MW_{el}

Entwicklungsstand: F&E, Demonstration

Markteintritt: ab 2010

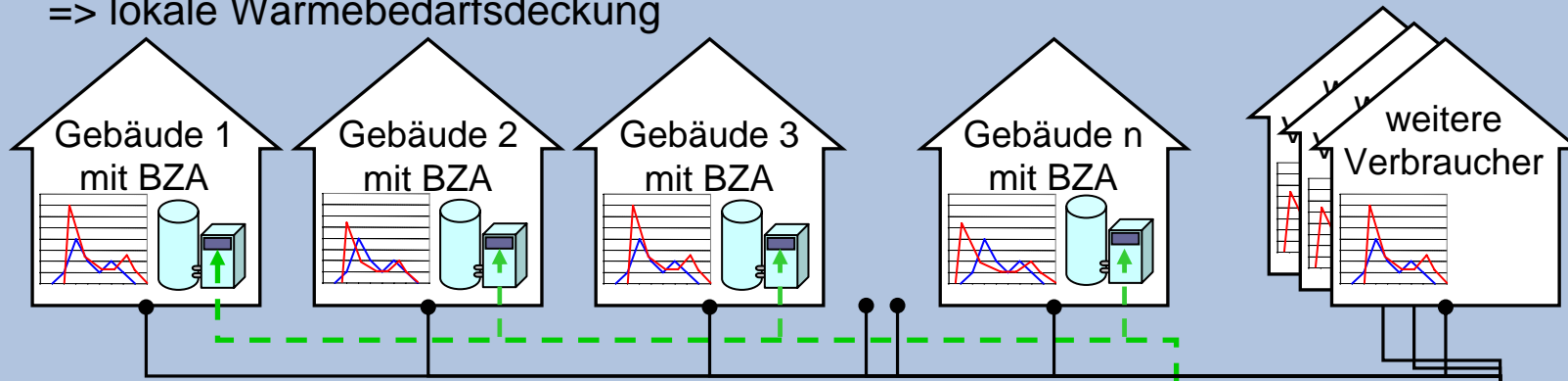
Besonderheiten: Kombination mit Dampfturbine
MCFC zur CO₂-Produktion



Brennstoffzellen-Anwendung

Siedlung aus Gebäuden mit und ohne BZA auf Niederspannungsebene

1. Priorität: wärmegeführter Betrieb der BZA durch die interne Regelung
=> lokale Wärmebedarfsdeckung



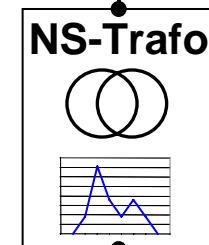
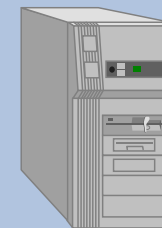
Datentransfer

Austausch aller wichtigen Parameter zwischen den BZA, dem Trafo und der zentralen Steuerung



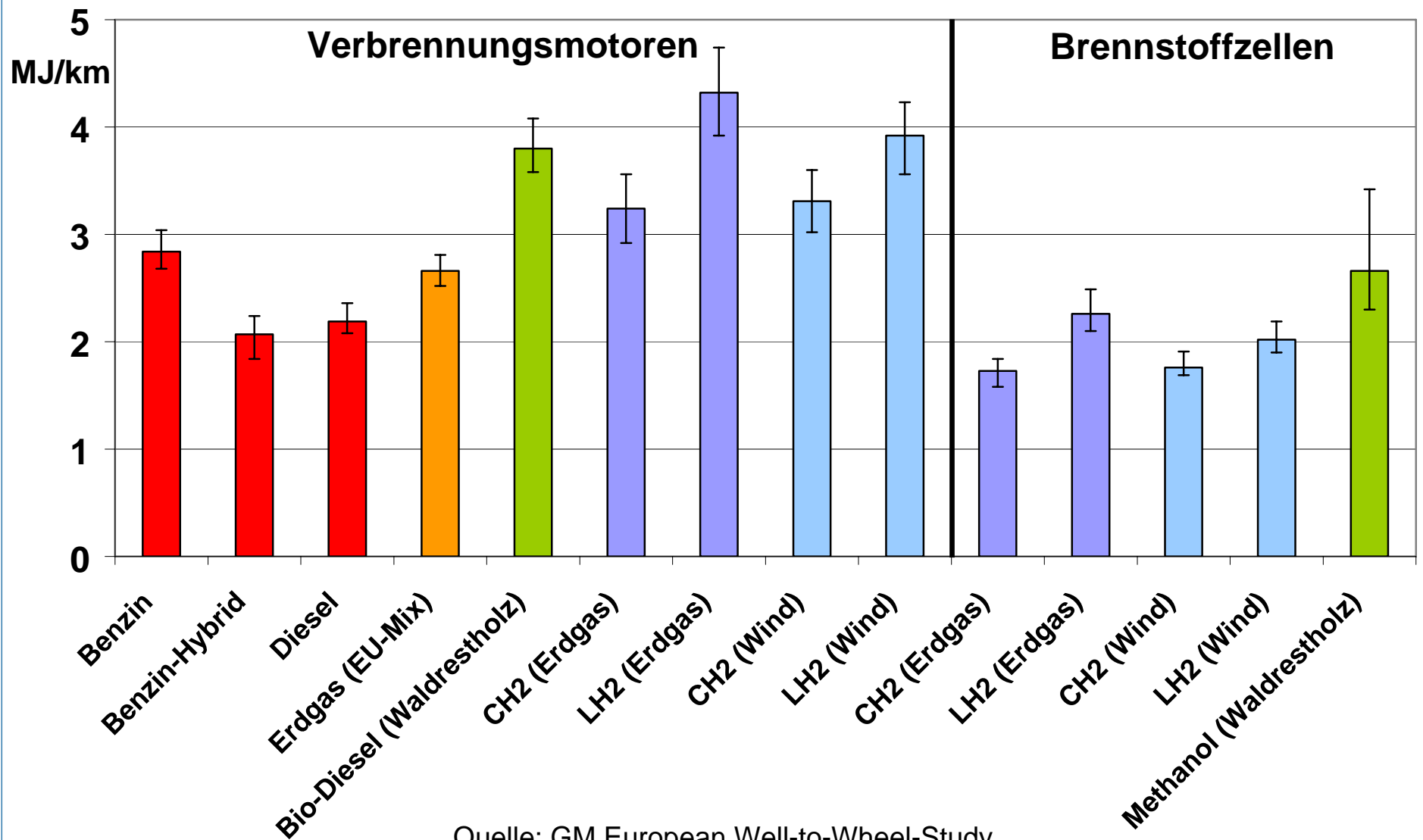
Zentrale Steuerung

2. Priorität: Optimierung der Betriebsweise auf Netzebene
=> dezentrale Stromerzeugung



MS-Netz

Energieverbrauch verschiedener Pkw-Antriebskonzepte im well-to-wheel-Vergleich





Quelle: GM European Well-to-Wheel-Study

Fazit und Ausblick






Vision:

-  **Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien werden zwei integrale Bestandteile der Energiewirtschaft von Morgen sein.**
-  **Diese Technologien werden in mobilen, stationären und portablen Anwendungen zu einer ressourcenschonenderen und umweltverträglicheren Energieversorgung beitragen.**



Motivation -




die Vorteile der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechniken:

-  **Ressourcenschonung und Emissionsminderung durch höhere Nutzungsgrade und niedrigere Emissionen in der Energieanwendung**
-  **Möglichkeit der Weichenstellung für eine verstärkt auf regenerativen Energieträgern basierende Energiewirtschaft**
-  **Stärkung der regionalen Wirtschaft durch Entwicklung und weltweite Vermarktung innovativer Energietechnologien**



Hemmnisse -





folgende Rahmenbedingungen erschweren eine rasche Umsetzung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechniken:

-  **Früher Entwicklungsstand und noch hohe Kosten sowie Konkurrenz durch ausgereifte konventionelle Technologien**
-  **Technische Realisierung und Finanzierung der energie-wirtschaftlichen Infrastruktur, sehr lange Vorlaufzeiten**
-  **Informationsdefizite über die Möglichkeiten und Grenzen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechniken**



Handlungsbedarf

Gemeinsame Entwicklung von Strategien mit Industrie, KMU, Energieversorgung, Wissenschaft, Verbänden und Politik:

-  **Initiierung und Koordination von F&E- und Demonstrationsprojekten**
-  **Standardisierung, Normung und neutrale Prüfung von Produkten**
-  **Ermittlung der Potenziale, Marktchancen sowie der technisch und ökonomisch optimalen Infrastrukturvarianten**
-  **Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit**



Primärenergieverbrauch und regenerative Potentiale der Kontinente im Jahr 2000

■ Primärenergie-
verbrauch

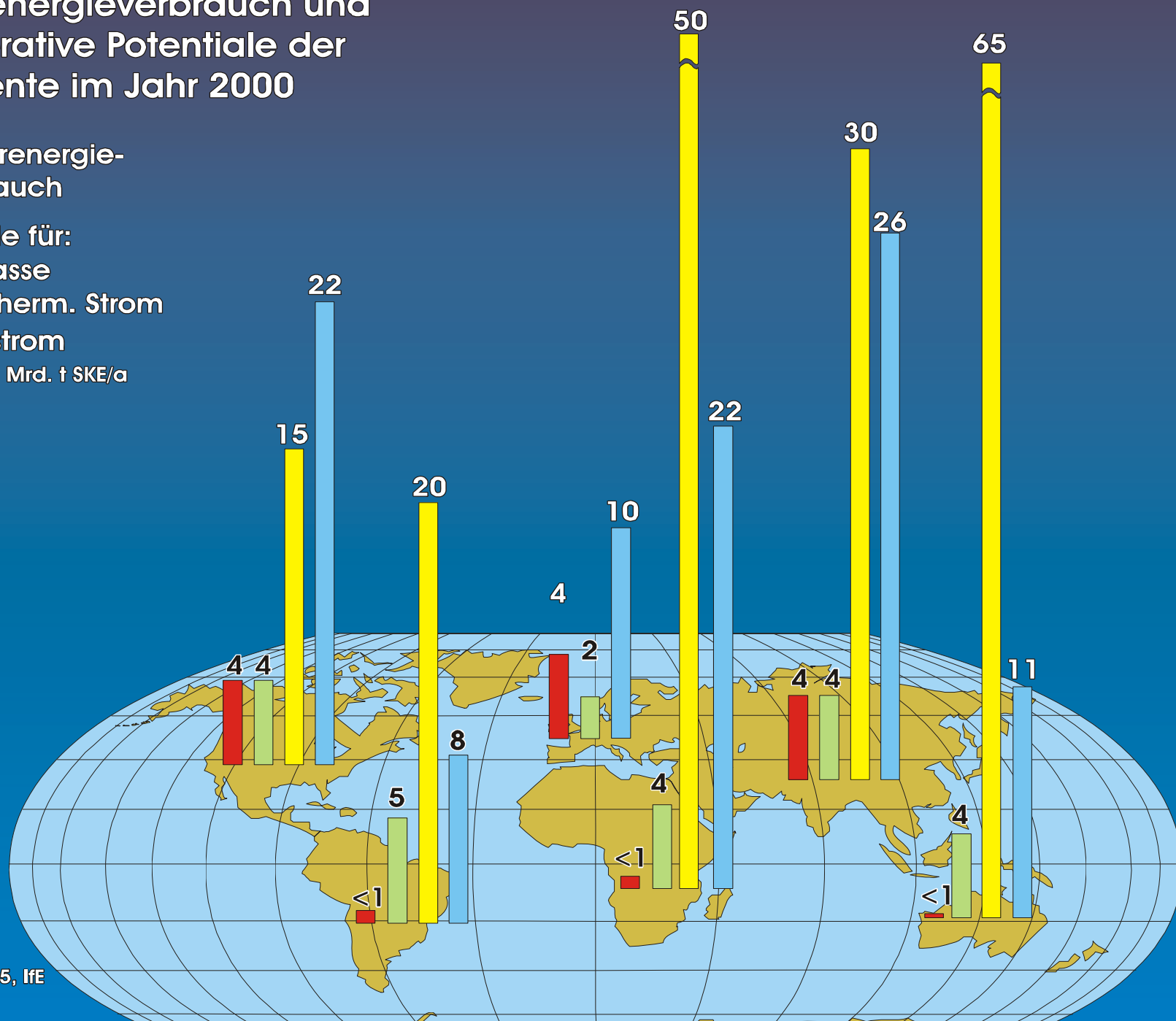
Potenziale für:

■ Biomasse

■ solartherm. Strom

■ Windstrom

Angaben in Mrd. t SKE/a





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!
